

DAFTAR ISI

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
INTISARI.....	xvii
<i>ABSTRACT</i>	xix
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah	4
I.3 Tujuan Penelitian.....	4
I.4 Manfaat Penelitian.....	5
I.5 Lingkup Penelitian.....	6
I.5.1 Lingkup Daerah Penelitian	6
I.5.2 Lingkup Pekerjaan	6
I.6 Batasan Penelitian	8
I.7 Penelitian Terdahulu.....	8
I.8 Keaslian Penelitian	10
BAB. II.....	11
GEOLOGI REGIONAL.....	11
II.1 Fisiografi.....	11

II.2	Stratigrafi dan Struktur Geologi	12
II.3	Geologi Teknik Regional	14
II.4	Potensi Kerentanan Gerakan Tanah	16
BAB. III	19
DASAR TEORI	19
III.1	Pengertian Terowongan.....	19
III.2	Batuan Sedimen Klastik	20
III.3	Klasifikasi Batuan Sedimen Klastik.....	20
III.3.1	<i>Rudaceous</i> (konglomerat dan breksi)	20
III.3.2	<i>Arenaceous</i> (batupasir)	21
III.3.3	<i>Lutaceous</i> (batu lanau dan batu lempung)	22
III.4	Penyelidikan Geologi Teknik.....	22
III.4.1	Pemetaan Geologi Teknik Permukaan.....	23
III.4.2	Pengujian Sifat Indeks Dan Keteknikan Tanah atau Batuan di Laboratorium	25
III.4.3	Klasifikasi Kualitas Massa Batuan	40
III.5	Kestabilan Lereng.....	50
III.6	Metode Ekskavasi Terowongan	54
III.7	Kestabilan Sistem Penyangga Terowongan	63
III.8	Koefisien Gempa	67
III.9	Tegangan insitu	72
III.10	Perangkat Lunak.....	72
III.11	Hipotesis	74

BAB IV	75
METODE PENELITIAN.....	75
IV.1 Alat dan Bahan Penelitian	75
IV.2 Tahapan Penelitian	75
IV.2.1 Tahap Pendahuluan.....	76
IV.2.2 Pengumpulan Data.....	77
IV.2.3 Pengujian di Laboratorium	80
IV.2.4 Analisis Data.....	82
IV.2.5 Evaluasi Hasil	86
IV.2.6 Pelaporan	86
IV.3 Diagram Alir Penelitian.....	86
BAB. V.....	88
PENYAJIAN DATA DAN HASIL ANALISIS	88
V.1 Karakteristik Geologi Teknik.....	88
V.1.1 Geomorfologi.....	88
V.1.2 Batuan dan Tanah	91
V.1.3 Struktur Geologi	96
V.1.4 Air tanah	96
V.1.5 Kualitas Massa Batuan.....	98
V.1.6 Satuan Karakteristik Geologi Teknik Batuan Permukaan	112
V.2 Koefisien Gempa	114
V.3 Kestabilan Lereng.....	115
V.4 Metode Ekskavasi.....	119

V.5 Kestabilan Sistem Penyangga.....	120
BAB. VI	129
PEMBAHASAN	129
VI.1 Evaluasi Karakteristik Geologi Teknik	129
VI.2 Evaluasi Kemiringan Lereng Pada Portal Terowongan	131
VI.3 Evaluasi Metode Ekskavasi Terowongan.....	140
VI.4 Evaluasi Kestabilan Sistem Penyangga Terowongan.....	142
BAB. VII.....	154
KESIMPULAN.....	154
VII.1 Kesimpulan.....	154
VII.2 Saran.....	158
DAFTAR PUSTAKA	160

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Lokasi Daerah Penelitian	7
Gambar 2. 1	Fisiografi Daerah Penelitian (Van Bemmelen, 1949)	11
Gambar 2. 2	Lokasi Penelitian Bagian dari Peta Geologi Lembar Tasikmalaya (Budhitrisna, 1986).....	14
Gambar 2. 3	Kondisi Geologi Teknik dan Sekitarnya berdasarkan Peta Geologi Teknik Lembar Jawa Bagian Barat, P. Jawa (Sutisna dan Wahjono, 2013).....	15
Gambar 2. 4	Kondisi Kerentanan Gerakan Tanah Daerah Penelitian dan Sekitarnya berdasarkan Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah Provinsi Jawa Barat ((Departemen Energi Sumber dan Daya Mineral, 2009)	17
Gambar 3. 1	Bentuk penampang terowongan (Arifin, 2009).....	20
Gambar 3. 2	Klasifikasi batuan sedimen klastik (Pettijohn, 1975)	21
Gambar 3. 3	Batas – Batas Atteberg (Das, 1995)	29
Gambar 3. 4	Uji batas cair, alat uji batas cair (a), alat untuk menggores (Das, 1995)	30
Gambar 3. 5	Konfigurasi sampel untuk uji <i>Index Point Load</i> (ASTM D 5731-95)..	34
Gambar 3. 6	<i>Chart</i> estimasi nilai GSI untuk batuan terkekarkan (Hoek and Marinos, 2000).....	45
Gambar 3. 7	Grafik penilaian ekskavabilitas pada batuan (<i>Pettifer and Fookers</i> , 1994).....	56
Gambar 3. 8	Tipe <i>Steel Rib</i> (Apriyono dan Sumiyanto, 2010)	65
Gambar 3. 9	Persyaratan penyangga batuan menggunakan RMR dan <i>Q System</i> (Lwin, 2009)	66
Gambar 3. 10.	Peta percepatan spectrum respons 0.2 detik (redaman 5%) di batuan dasar SB untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun (PUSGEN, 2017).....	68

Gambar 3. 11. Peta percepatan spectrum respons 1.0 detik (redaman 5%) di batuan dasar SB untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun (PUSGEN, 2017).....	69
Gambar 3. 12. <i>Spektrum respons desain, dibentuk menggunakan metode tiga titik (AASHTO, 2012)</i>	71
Gambar 3. 13 Tipe elemen dua dimensi dalam FEM (Suhendro, 2000).....	73
Gambar 4. 1. Geometri Terowongan Saluran Pengelak Bendungan Leuwikeris (BBWS Citanduy)	84
Gambar 4. 2 Diagram Alir Penelitian.....	87
Gambar 5. 1. Peta Geomorfologi daerah penelitian	89
Gambar 5. 2 Litologi breksi andesit pada STA 2.	92
Gambar 5. 3 Litologi breksi tuff pada STA 36.....	93
Gambar 5. 4. Peta geologi daerah penelitian.....	94
Gambar 5. 5 Profil geologi sepanjang tunnel	95
Gambar 5. 6. Sesar geser sinistral minor pada STA 34.....	97
Gambar 5. 7. Kenampakan kekar gerus pada STA 36.	97
Gambar 5. 8. Rembesan air pada STA 3	98
Gambar 5. 9 Peta lintasan GSI daerah penelitian	100
Gambar 5. 10 Peta sebaran GSI daerah penelitian	101
Gambar 5. 11 Kenampakan massa batuan very poor rock dan poor rock pada STA 2.	102
Gambar 5. 12. Kenampakan massa batuan fair rock pada STA 37.....	103
Gambar 5. 13. Profil GSI sepanjang terowongan.	109
Gambar 5. 14 Peta geologi teknik daerah penelitian.....	117
Gambar 6. 1 Output pemodelan tanpa memperhitungkan koefisien gempa, (a) lereng alamiah bagian Inlet, (b) lereng alamiah bagian outlet	132
Gambar 6. 2 Output pemodelan dengan memperhitungkan koefisien gempa, (a) lereng alamiah bagian Inlet, (b) lereng alamiah bagian outlet	133
Gambar 6. 3. Slope Lereng Portal Bagian Inlet sesuai desain perencanaan.....	135

Gambar 6. 4.	Slope Lereng Portal Bagian Outlet sesuai desain perencanaan	135
Gambar 6. 5.	Output pemodelan tanpa memperhitungkan koefisien gempa (a) lereng sayatan bagian inlet, (b) lereng sayatan bagian outlet	136
Gambar 6. 6.	<i>Output pemodelan dengan memperhitungkan koefisien gempa (a) lereng sayatan bagian inlet, (b) lereng sayatan bagian outlet.....</i>	137
Gambar 6. 7.	<i>Output pemodelan lereng portal bagian inlet dengan perkuatan dan gempa</i>	139
Gambar 6. 8.	<i>Output pemodelan lereng portal bagian inlet dengan modifikasi kemiringan dan gempa</i>	139
Gambar 6. 8	Titik plot penentuan metode ekskavasi di daerah penelitian	141
Gambar 6. 9	Hasil analisis nilai <i>total displacement</i> pada setiap STA titik bor pada variasi perkuatan sistem penyangga tanpa pengaruh gempa	146
Gambar 6. 10	Hasil analisis nilai <i>total displacement</i> pada setiap STA titik bor pada variasi perkuatan sistem penyangga dengan pengaruh gempa	146
Gambar 6. 11	Pemodelan analisis numerik RS2 (<i>Rocscience, Inc</i>) pada BH-1A	148
Gambar 6. 12	Hasil <i>roof displacement</i> dan <i>yielded element</i> pada titik BH-1A tanpa sistem perkuatan	149
Gambar 6. 13	Hasil <i>roof displacement</i> dan <i>yielded element</i> pada titik BH-2A dengan sistem perkuatan Klasifikasi RMR	150
Gambar 6. 14	Hasil <i>roof displacement</i> dan <i>yielded element</i> pada titik BH-2A dengan sistem perkuatan Klasifikasi Q-System	151
Gambar 6. 15	Radius zona plastisitas titik bor BH-1A dengan sistem perkuatan Klasifikasi RMR	152
Gambar 6. 16	Radius zona plastisitas titik bor BH-1A dengan sistem perkuatan Klasifikasi Q - System	153

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1	Klasifikasi kemiringan lereng (Van Zuidam, 1983).....	25
Tabel 3. 2	Klasifikasi tanah berdasarkan sistem USCS (Das, 1995)	37
Tabel 3. 3	Nilai perkiraan modulus elastisitas tanah (<i>Bowless, 1997</i>).....	39
Tabel 3. 4	Hubungan antara jenis tanah dan poisson rasio (Das, 1995).....	39
Tabel 3. 5	Kualitas massa batuan berdasarkan RQD (<i>Deere, 1967</i>).....	41
Tabel 3. 6	Kualitas massa batuan (Bieniawski, 1989).....	43
Tabel 3. 7	Panduan penggalian dan sistem penyangga terowongan dengan rentang 10 meter dengan sistem RMR (Bieniawski, 1989).....	43
Tabel 3. 8	Estimasi nilai <i>Uniaxial Compressive Strength</i> di lapangan untuk batuan utuh (Hoek dan Brown, 1998).....	46
Tabel 3. 9	Klasifikasi tingkat pelapukan pada massa batuan (ISRM, 1978).....	46
Tabel 3. 10	Penentuan kondisi kekar (<i>joint condition</i>) jika terdapat <i>infilling</i> (Bieniawski, 1989).....	47
Tabel 3. 11	Penentuan kondisi kekar (<i>joint condition</i>) tanpa <i>infilling</i> (Bieniawski, 1989).....	48
Tabel 3. 12	Petunjuk estimasi nilai D (<i>disturbance factor</i>) (Hoek and Brown, 2002)	49
Tabel 3. 13	Kualitas GSI massa batuan (Sivakugan, 2013)	50
Tabel 3. 14	<i>Guidelines for the selection of modulus ratio (MR) values in equation $E_i = MR \cdot \sigma_c$ based on Deere (1968) and Palmstrom and Singh (2001)</i> ..	53
Tabel 3. 15	Klasifikasi dan Karakteristik Metode Penggalian Terowongan (JSCE, 2007).....	57
Tabel 3. 16	<i>Excavation Support Ratio (ESR) Values for Various Underground Structures (Barton et al., 1974)</i>	67
Tabel 3. 17	Klasifikasi situs (AASHTO, 2012)	69
Tabel 3. 18	Faktor amplifikasi untuk PGA dan periode 0,2 detik (F_{pga} dan F_a)(AASHTO, 2012).....	70

Tabel 3. 19 Besarnya nilai faktor amplifikasi untuk periode 1 detik (F_v) (AASHTO, 2012).....	71
Tabel 5. 1 Hasil pengujian sifat indeks dan mekanika pada sampel batuan (intack rock) permukaan.....	105
Tabel 5.2 Hasil pengujian sifat indeks pada sampel tanah (<i>soil</i>)	105
Tabel 5. 3 Hasil pengujian sifat indeks dan mekanika pada sampel batuan (intack rock) bawah permukaan (Data Sekunder dari BBWS Citanduy).....	111
Tabel 5. 4 Hasil pengujian sifat indeks dan mekanika pada sampel batuan (intack rock) bawah permukaan (Data primer hasil uji Lab.)	111
Tabel 5. 5 Rekap nilai spectrum respons dan faktor amplifikasi gempa daerah penelitian	115
Tabel 5. 6 Parameter Analisis kestabilan lereng menggunakan RS2 (<i>Rocscience, Inc</i>)	116
Tabel 5. 7 Nilai Angka Kemananan Hasil Analisis kestabilan lereng menggunakan RS2.....	119
Tabel 5. 8 Nilai Angka Kemananan Hasil Analisis kestabilan lereng menggunakan RS2.....	119
Tabel 5. 9 Hasil Analisis Metode Ekskavasi di daerah penelitian	121
Tabel 5. 10 Material properties Analisis sistem penyangga menggunakan RS2 (<i>Rocscience, Inc</i>)	122
Tabel 5. 11 Penentuan nilai k berdasarkan Sheorey, 1994	123
Tabel 5. 12 <i>Properties of Shotcrete</i> (Phanthoudeth, 2016).....	124
Tabel 5. 13 <i>Properties of Rockbolt</i> (Phanthoudeth, 2016).....	124
Tabel 5. 14 Analisis penentuan sistem penyangga berdasarkan klasifikasi RMR dan Q.....	126
Tabel 5. 15 Hasil Analisis kestabilan sistem penyangga tanpa pengaruh gempa	127
Tabel 5. 16 Hasil Analisis kestabilan sistem penyangga dengan pengaruh gempa .	127
Tabel 5. 17 Hasil Analisis radius zona plastisitas	128

Tabel 6. 1. Slope lereng modifikasi pada bagian inlet	138
Tabel 6. 2. Hasil perhitungan nilai RMR dan Q pada kedalaman penggalian terowongan penelitian.....	143
Tabel 6. 3. Parameter perhitungan nilai Eh	143
Tabel 6. 4. Parameter perhitungan nilai rata – rata kedalaman (z).....	144